

Prodder for decoding multi-channel distorted radio signals by extracting spatial information from the data signal and recombining this with mono signal data

Publication number: DE19900819 (A1)

Publication date: 2000-07-13

Inventor(s): KOTTSCHLAG GERHARD [DE] +

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT [DE] +

Classification:

- **international:** *H04S5/00; H04S5/00*; (IPC1-7): G01R23/16; H04R5/04; H04S5/00

- **European:** H04S3/00A

Application number: DE19991000819 19990112

Priority number(s): DE19991000819 19990112

Also published as:

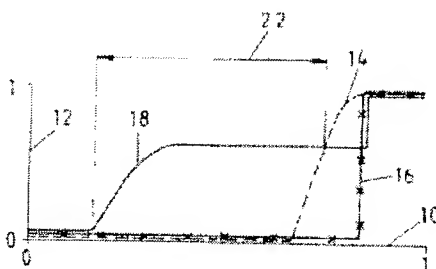
EP1024679 (A2)

EP1024679 (A3)

EP1024679 (B1)

Abstract of DE 19900819 (A1)

When, during a multi-channel broadcast, the signal is distorted so that a direct multi-channel reproduction is not possible, spatial information is extracted from the data signal and combined with the mono signal to provide an artificial spatially distributed music sound by separation of different frequency bands and application of different time delays and damping levels to different channels. An Independent claim is made for a multi-channel receiver with a multi-channel decoder for use with the above procedure.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 199 00 819 A 1

Int. Cl.⁷:
H 04 S 5/00
H 04 R 5/04
G 01 R 23/16

21 Aktenzeichen: 199 00 819.1
 22 Anmeldetag: 12. 1. 1999
 43 Offenlegungstag: 13. 7. 2000

DE 199 00 819 A 1

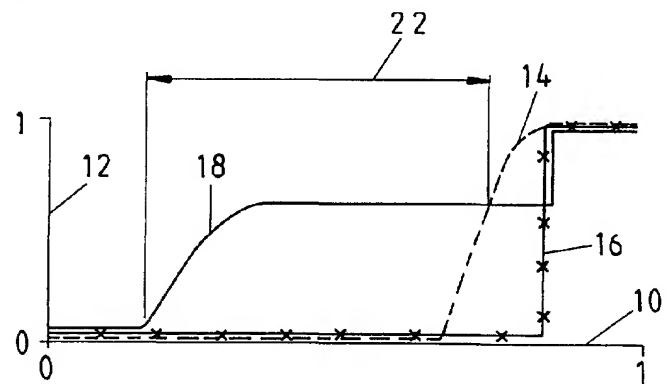
⑦¹ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Kottschlag, Gerhard, 31139 Hildesheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zum Dekodieren gestörter Funksignale von Mehrkanal-Audiosendungen

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Dekodieren von Mehrkanal-Audiosendungen, insbesondere von Zweikanal-Stereo-Audiosendungen, mit einem jeweiligen Nutzsignal pro Kanal, wobei für jedes von den Nutzsignalen übertragene Frequenzspektrum einer Signalquelle durch unterschiedliches zeitliches Auftreten und unterschiedliche Pegel in den unterschiedlichen Kanälen ein räumlicher Eindruck bzw. eine Ortsinformation für die entsprechende Signalquelle erzeugt wird. Hierbei wird während des Empfangs der Mehrkanal-Audiosendung in Zeitabschnitten, in denen der Empfang derart gestört ist, dass eine direkte Mehrkanalwiedergabe nicht mehr möglich ist, die Ortsinformation aus den Nutzsignalen extrahiert und mit dieser aktuellen Ortsinformation aus einem die Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Monosignal ein künstlicher Raumklang durch Verteilen verschiedener Frequenzbänder auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle mit jeweils unterschiedlicher zeitlicher Verzögerung und/oder unterschiedlicher Dämpfung der Pegel in den verschiedenen Kanälen erzeugt.



DE 199 00 819 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Dekodieren von Mehrkanal-Audiosendungen, insbesondere von Zweikanal-Stereo-Audiosendungen, mit einem jeweiligen Nutzsignal pro Kanal, wobei für jedes von den Nutzsignalen übertragene Frequenzspektrum einer Signalquelle durch unterschiedliches, zeitliches Auftreten und unterschiedliche Pegel in den unterschiedlichen Kanälen ein räumlicher Eindruck bzw. eine Ortsinformation für die entsprechende Signalquelle erzeugt wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Funkempfänger für mehrkanalige Audiosignale, z. B. Stereosendungen, sollen bei unterschiedlichsten Signalpegeln, bei Pegelschwankungen des hochfrequenten Trägersignals und bei Funkstörungen das niederfrequente (Audio-) Ursprungssignal möglichst wirklichkeitsgetreu wiedergeben. Darunter versteht sich auch die räumliche Anordnung der verschiedenen, wiedergegebenen Tonquellen. Diese räumliche Anordnung wird nachfolgend auch als Ortsinformation bezeichnet. Bei einer Mehrkanal-Audiosendung, insbesondere Zweikanal-Stereo-Audiosendung, ist dazu ein jeweiliges Nutzsignal pro Kanal vorgesehen, wobei für jedes von den Nutzsignalen übertragene Frequenzspektrum einer Signalquelle durch unterschiedliches, zeitliches Auftreten und unterschiedliche Pegel in den unterschiedlichen Kanälen ein räumlicher Eindruck bzw. eine Ortsinformation für die entsprechende Signalquelle erzeugt wird. Bei einigen Empfangssituationen verschlechtert sich die Audioqualität eines Mehrkanalsignals, z. B. bei niedrigen Nutzsignalpegeln und bei Schwund bzw. Mehrwegeempfang. Um in diesen Situationen eine akzeptable Klangqualität weiterhin bereitstellen zu können, wird zur Abhilfe in herkömmlichen Empfängern die Kanaltrennung reduziert, bis hin zum Einkanal-(Mono-)Betrieb. Dies erweckt beim Hörer den Eindruck, alle zuvor im Raum verteilten Signalquellen werden an einem Punkt zusammengedrückt. Eine solche Veränderung des ursprünglichen Signals wird bisher als am wenigsten störende Maßnahme bei schwierigen Empfangssituationen akzeptiert.

Die oben beschriebene Strategie ist besonders dann erfolgversprechend, wenn das gewonnene Einkanalsignal aufgrund des verwendeten Modulationsverfahrens eine geringere Anfälligkeit gegenüber den genannten Störeinflüssen aufweist. Dies ist insbesondere beim weit verbreiteten frequenzmodulierten UKW-Rundfunk (Multiplexsignal nach dem Pilotonverfahren) der Fall. Hierbei wird die Monoinformation in den niederfrequenten, systembedingt weniger beeinträchtigten Anteilen des Nutzsignals übertragen.

Weiterhin sind Verfahren bekannt, um ein Monosignal so zu bearbeiten, dass der Eindruck einer räumlichen Verteilung der Signalquellen entsteht. Dazu wird das Monosignal in mehrere Frequenzbereiche zerlegt. Diese Bereiche werden unterschiedlich stark und/oder mit unterschiedlicher Verzögerung auf verschiedene Audio-Signalfade verteilt (+ Hall oder andere bekannte Maßnahmen zur Erzeugung eines künstlichen Raumklang-Effekts). Je aufwendiger diese Bearbeitung erfolgt, desto mehr und engere Frequenzsegmente können unterschieden werden. Immer weitergehende Aufspaltungen führen dabei letztlich zu kontinuierlichen Funktionen für Dämpfung-über-Frequenz und Verzögerung-über-Frequenz, jeweils eine eigene Funktion für jeden Signalfad. Bei diskreten Frequenzbereichen kann de-

ren Breite unterschiedlich groß gewählt werden, angepasst an die Stereoempfindlichkeit des menschlichen Ohrs bei verschiedenen Frequenzen (z. B. keine Kanaltrennung bei Bässen, enge Segmente bei ca. 1 kHz, große Segmente bei hohen Frequenzen).

Herkömmliche Stereodekoder sind verhältnismäßig einfach und damit preiswert aufgebaut. Das bisher bei Stereoempfängern mit derartigen Stereodekodern verwendete Verfahren mit Mono-Stereo-Blend basiert, wie zuvor bereits erläutert, einzig auf der Steuerung der Kanaltrennung. Bei auftretenden Störungen wird sehr früh auf Einkanalbetrieb umgeblendet, wodurch eine ggf. noch vorhandene Ortsinformation nicht mehr wiedergegeben wird. Die bekannten einfachen Stereodekoder haben bei verrauschten Stereosignalen somit nur die Wahl, die Ortsinformation ganz oder teilweise zu verwerfen.

Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren und einen verbesserten Empfänger der oben genannten Art zur Verfügung zu stellen, welches die oben genannten Nachteile deutlich reduziert.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der o. g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen und durch einen Empfänger der o. g. Art mit den in Anspruch 12 gekennzeichneten Merkmalen gelöst.

Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass während des Empfangs der Mehrkanal-Audiosendung in Zeitabschnitten, in denen der Empfang derart gestört ist, dass eine direkte Mehrkanalwiedergabe nicht mehr möglich ist, die Ortsinformation aus den Nutzsignalen extrahiert wird und mit dieser aktuellen Ortsinformation aus einem der Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Monosignal ein künstlicher Raumklang durch Verteilen verschiedener Frequenzbänder auf die der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle mit jeweils unterschiedlicher, zeitlicher Verzögerung und/oder unterschiedlicher Dämpfung der Pegel in den verschiedenen Kanälen erzeugt wird.

Dies hat den Vorteil, dass, obwohl ein Mehrkanaldekoder nach dem Stand der Technik keine Mehrkanaldekodierung mit akzeptabler Qualität mehr vornehmen kann, die in den gestörten Nutzsignalen nach wie vor vorhandene Ortsinformation extrahiert wird und eine Wiedergabe mit einem entsprechenden "künstlichen" Raumklang erfolgt, wobei dieser "künstlich" erzeugte Raumklang im Wesentlichen dem originalen Raumklang entspricht.

Vorzugsweise Weitergestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 11 beschrieben.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden spektrale Verteilungen der Nutzsignale der verschiedenen Kanäle und/oder Laufzeitunterschiede bzw. Zeitdifferenzen von jeweils zwei oder mehr verschiedenen Spektralanteilen im jeweiligen Nutzsignal verschiedener Kanäle miteinander verglichen. Aus dem Vergleich werden für jeden Kanal für wenigstens zwei oder mehr verschiedene Spektralanteile Parameter für eine Signaldämpfung und/oder eine Signalverzögerung derart bestimmt und die entsprechenden Spektralanteile aus einem die Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Einkanalsignal gemäß den bestimmten Parameter verzögert und/oder gedämpft auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle derart verteilt, dass für einen Zuhörer für die entsprechenden Spektralanteile ein räumlicher Klangeindruck erzeugt wird, welcher im Wesentlichen einem räumlichen Klangeindruck der direkt wiedergegebenen Audiosignale der Kanäle entspricht. Dies hat den Vorteil, dass während einer Empfangsstörung nicht auf Einkanalbetrieb geschaltet werden muss und somit nicht der Ein-

druck entsteht, die Signalquellen würden in der Raummitte zusammenfallen. Die Verfälschung durch den signalabhängig geformten künstlichen Raumklang erscheint dem Hörer weniger störend, als eine Verfälschung durch Monobetrieb. Kurze Störungen werden vom Hörer gar nicht mehr wahrgenommen. Man kann mit kürzeren Zeitkonstanten bzw. -verzögerungen zum Mehrkanalbetrieb zurückkehren, da ein Pulsiereffekt (bei periodischen Störungen scheint die Signalquelle schnell zwischen verschiedenen Orten zu springen) nicht oder in deutlich geringerem Maß auftritt.

Ein unerwünschter Eindruck eines schnellen Ortswechsels einer im Audiosignal wiedergegebenen Signalquelle, wenn die Frequenzen dieser Signalquelle eine Bereichsgrenze zwischen benachbarten Spektralanteilen überschreiten, ist dadurch vermieden, dass die Parameter zur Dämpfung und/oder Verzögerung als stetige Funktion des Pegels/Laufzeitunterschiedes in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden.

Für eine digitale Signalverarbeitung ist es besonders geeignet, wenn der Spektralbereich in mehrere vorbestimmte Spektralanteile aufgeteilt wird, wobei Frequenzen eines Spektralanteiles bei der Bestimmung der Parameter unterschiedlich gewichtet berücksichtigt werden. Hierbei wird der störende Eindruck einer räumlich springenden Signalquelle zuverlässig dadurch vermieden, dass sich die vorbestimmten Spektralanteile in der Frequenz teilweise überlappen und die Frequenzen eines Spektralanteiles im Überlappungsbereich zu einem benachbarten Spektralanteil geringer gewichtet werden. Zweckmäßigerweise wird die Aufteilung der Spektralanteile in Abhängigkeit von der Analyse der Nutzsignale dynamisch verändert.

Um zu verhindern, dass kurzzeitige Ereignisse im Nutzsignal einen Raumklang unangemessen stark beeinflussen, werden einmal bestimmte Parameter über die Zeit mittels einer Gewichtungsfunktion ergänzt. Hierbei erfolgt beispielsweise als Gewichtungsfunktion eine Mitteilung über vorbestimmte Zeiträume oder eine Zusammenfassung eines vorbestimmten Zeitraumes unter stärkerer Berücksichtigung jüngerer bestimmter Parameter.

Um Rauschanteile im Nutzsignal von der Gestaltung eines künstlichen Raumklangs fern zu halten, werden bei der Bestimmung der Parameter nur solche Spektralanteile berücksichtigt, die einen vorbestimmten Pegel-Schwellwert oder eine frequenzabhängige Schwellwertfunktion überschreiten. Die innerhalb eines Spektralanteiles bzw. Frequenzbereiches vorhandenen Signalkomponenten beeinträchtigen dadurch eine Ortsbestimmung durch den Vergleich der Nutzsignale verschiedener Kanäle des dominanten Signals nicht mehr.

Eine gute Prognose über einen zukünftigen räumlichen Ort einer Signalquelle wird dadurch erzielt, dass für solche Spektralanteile, in denen eine Bestimmung der Parameter nicht möglich ist, diese aus benachbarten Spektralanteilen interpoliert, zuvor bestimmte Parameter ggf. gewichtet weiter verwendet, vorbestimmte Parameter oder Parameterfunktionen verwendet und/oder Zufallsparameter verwendet werden.

Ferner ist ein Empfänger der o. g. Art erfindungsgemäß gekennzeichnet durch eine Analysebaugruppe, welche spektrale Verteilungen der Nutzsignale der verschiedenen Kanäle und/oder Laufzeitunterschiede bzw. Laufzeitdifferenzen von jeweils zwei oder mehr verschiedenen Spektralanteilen im jeweiligen Nutzsignal der verschiedenen Kanäle miteinander vergleicht, aus dem Vergleich für jeden Kanal für wenigstens zwei oder mehr verschiedene Spektralanteile Parameter für eine Signaldämpfung und/oder eine Signalverzögerung derart bestimmt, und eine Raumklangbaugruppe, welche die entsprechenden Spektralanteile aus ei-

nem die Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Einkanalssignal gemäß den bestimmten Parameter verzögert und/oder gedämpft auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle derart verteilt, dass ein Zuhörer für die entsprechenden Spektralanteile einen räumlichen Klangeindruck erhält, welcher im Wesentlichen einem räumlichen Klangeindruck der direkt wiedergegebenen Audiosignale der Kanäle entspricht.

Mit diesem Empfänger werden die bereits zuvor genannten Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens erzielt.

Vorzugsweise Weitergestaltungen des Empfängers sind in den Ansprüchen 12 bis 17 beschrieben.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Analysebaugruppe für jeden Kanal eine Filterbaugruppe auf, welche das jeweilige Nutzsignal oder Teile des Nutzsignals in mehrere, insbesondere vier Spektralanteile zerlegt. Die Analysebaugruppe weist für jeden auszuwertenden Spektralanteil einen Pegeldetektor sowie eine der Anzahl dieser Spektralanteile entsprechende Anzahl von Pegelvergleichern auf, wobei jeder Pegelvergleicher die Pegel eines zugeordneten Spektralanteils in mehreren, gegebenenfalls allen Kanälen vergleicht. Jedem Pegelvergleicher ist eine Signalumformerstufe nachgeschaltet, welche aus dem Resultat des Vergleichs im Pegelvergleicher für jeden Kanal des künstlichen Raumklangs den Parameter für Signaldämpfung und/oder den Parameter für Signalverzögerung bestimmt. Die Raumklangbaugruppe weist eine Filterbaugruppe auf, welche ein die Nutzsignale aller Kanäle enthaltendes Mono-Signal in mehrere, insbesondere fünf, Spektralanteile zerlegt, wobei für mindestens einen Spektralanteil eine der Anzahl der zu verarbeitenden Kanäle entsprechende Anzahl von Abschwächerbaugruppen und/oder Verzögerungsstufen vorgesehen ist, wobei Abschwächerbaugruppen und/oder Verzögerungsstufen ein gemäß den für diesen Kanal und diesen Spektralanteil von der Analysebaugruppe bereitgestellten Parametern verzögertes und/oder gedämpftes Ausgangssignal erzeugen. Für jeden Kanal des künstlichen Raumklangs vereinigt je ein Addierer die so gewonnen spektralen Teilsignale.

Ein Zeitversatz zwischen dem gerade analysierten Segment des Mehrkanal-Nutzsignals und dem mit diesen Daten manipulierten Segment des Monosignals hat den Vorteil, dass eine erst im Verlauf des Signalsegments deutlich hervortretende Rauminformation auch schon auf die Gestaltung des Raumklangs zu Beginn dieses Signalsegments wirken kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung anhand der beigegeführten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in

Fig. 1 eine graphische Darstellung der Kanaltrennung in Abhängigkeit von der Empfangsqualität eines empfangenen Signals für verschiedene Dekodierverfahren,

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Zeitauflösung in Abhängigkeit von der Empfangsqualität eines empfangenen Signals für verschiedene Dekodierverfahren,

Fig. 3 eine graphische Darstellung der Frequenzauflösung in Abhängigkeit von der Empfangsqualität eines empfangenen Signals für verschiedene Dekodierverfahren,

Fig. 4 eine graphische Darstellung der Reproduktion der aktuellen Ortsinformation bzw. des Raumklangs in Abhängigkeit von der Empfangsqualität eines empfangenen Signals für verschiedene Dekodierverfahren,

Fig. 5 ein schematisches Blocksaltbild einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Empfängers,

Fig. 6 ein schematisches Blocksaltbild einer bevorzug-

ten Ausführungsform einer Analysebaugruppe des erfindungsgemäßen Empfängers von **Fig. 1**,

Fig. 7 ein schematisches Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer Raumklangbaugruppe des erfindungsgemäßen Empfängers von **Fig. 1** und

Fig. 8 verschiedene spektrale Gewichtungsfunktionen.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Erfindungsgemäß werden während des Empfangs von Mehrkanalaussendungen Nutzsignale verschiedener Kanäle des Mehrkanal-Audiosignals hinsichtlich ihrer spektralen Verteilung analysiert. Durch Vergleich der Analysen verschiedener Kanäle wird ermittelt, welche Spektralkomponenten an welcher Stelle im Raum ihren Ursprung haben. Diese erfindungsgemäß ermittelten Daten zur Beschreibung des Ursprungssignals werden nachfolgend als "Ortsinformationen" bezeichnet. Während gestörter Empfangszeiten wird auf einen künstlichen Raumklang umgeschaltet bzw. umgeblendet, der anhand der aktuell aus dem gestörten Mehrkanal-Signal ermittelten Ortsinformationen gestaltet wird, also die Spektralanteile des Monosignals so auf die verschiedenen Kanäle verteilt, so dass der Eindruck entsteht, die Spektralanteile hätten weiterhin ihren Ursprung am hierfür ermittelten Ort. Nach dem Ende der Störung wird auf Mehrkanalbetrieb zurückgeschaltet bzw. -geblendet. Die Kenngrößen, wie z. B. Eckfrequenzen von Teilfrequenzbändern, und Steuersignale zur Gestaltung des künstlichen Raumklanges werden nachfolgend als "Raumklang-Parameter" bezeichnet. Je nach technischer Realisierung können Raumklang-Parameter identisch sein mit den Ortsinformationen. Die Ortsinformationen und/oder Raumklang-Parameter fassen Daten zu Einzelfrequenzen oder die Signalanteile in Frequenzbereichen zusammen. Die Erfassung der Ortsinformationen erfolgt zu bestimmten Zeitpunkten oder für bestimmte Zeitintervalle.

Die Ermittlung der Ortsinformationen des Mehrkanalsignals und/oder die Raumklang-Parameter zur Gestaltung des Raumklanges werden beispielsweise als kontinuierliche Funktionen des Pegels in Abhängigkeit der Frequenz realisiert. Eine kontinuierliche Funktion des Pegels in Abhängigkeit von der Frequenz verhindert den Eindruck eines schnellen Ortswechsels einer Signalquelle, wenn die Frequenz der Quelle eine Bereichsgrenze überschreitet.

Die Frequenzen eines gemeinsam bearbeiteten Bereichs fließen optional mit unterschiedlicher Gewichtung in die Berechnungen ein (frequenzabhängige Bewertungsfunktion). Die Gewichtung kann bei den Ortsinformationen anders gewählt werden, als für die Raumklang-Parameter. Es werden Teile des Spektrums untersucht bzw. bearbeitet, die fest abgegrenzt sind oder sich teilweise überschneiden. Bei dieser für digitale Signalbearbeitung besser geeigneten Aufteilung in Frequenzbereiche werden benachbarte Frequenzen mit geringerer Gewichtung erfasst, so dass auch hier der störende Eindruck einer springenden Signalquelle zuverlässig vermieden wird.

Zusätzlich zur bzw. an Stelle der Analyse von Signalpegeln wird die Zeitdifferenz der Spektralanteile (Laufzeitunterschiede) in den verschiedenen Kanälen nach den oben beschriebenen Verfahren in die Ortsinformationen übernommen. Bei verschiedenen Nutzsignalen (z. B. rhythmusbetonter Popmusik) liefert die Zeitdifferenz zwischen den Kanälen eine zuverlässigere Aussage über den Ort der Signalentstehung und eignet sich daher besser als Ausgangsinformation für die Nachbildung des künstlichen Raumklanges.

Einmal erfasste Ortsinformationen werden alternativ nicht durch die nächste Messung ersetzt, sondern über eine Gewichtungsfunktion ergänzt, z. B. über längere Zeiträume

gemittelt oder unter stärkerer Berücksichtigung der jüngeren Messungen zusammengefasst. Somit kann die Erfassung der Ortsinformationen auch kontinuierlich erfolgen. Mit einer Gewichtungsfunktion kann man verhindern, dass kurzzeitige Ereignisse im Nutzsignal den Raumklang unangemessen stark beeinflussen.

Bei der Ermittlung der Ortsinformationen werden optional nur solche Spektralanteile berücksichtigt, die einen bestimmten Pegel-Schwellwert bzw. eine frequenzabhängige Schwellwertfunktion überschreiten. Rauschanteile im Nutzsignal werden damit von der Gestaltung des künstlichen Raumklanges ferngehalten. Die innerhalb eines Frequenzbereiches vorhandenen, kleinen Signalkomponenten beeinträchtigen ferner nicht mehr die Ortsbestimmung des dominanten Signals.

Für Frequenzbereiche, deren Analyse keine ausreichende Information über den Ort des Signalursprungs liefert, werden die benötigten Ortsinformationen bzw. Raumklang-Parameter aus benachbarten Frequenzbereichen interpoliert, früher ermittelte Werte weiter verwendet (ggf. gewichtet), vordefinierte Werte oder Funktionen genutzt (z. B. diese Lücken als Mono behandelt, also auf alle Kanäle gleich verteilt) und/oder (ggf. teilweise) durch Zufallsparameter ersetzt. Die Weiterverwendung der zuletzt aus brauchbaren Signalanteilen ermittelten Parameter sowie die Interpolation aus benachbarten Frequenzbereichen ermöglichen eine oftmals gute Prognose über den zukünftigen Ort der Signalquelle.

Die Aufteilung in Frequenzbereiche (z. B. Bereichsgrenzen), die Bewertungsfunktionen und/oder Schwellwertfunktionen sind beispielsweise variabel ausgelegt, insbesondere werden sie anhand der Analyse des Nutzsignals dynamisch verändert. Dieses Verfahren ermöglicht es, individuelle spektrale Schwerpunkte des Nutzsignals als Ganzes zu bearbeiten, es verhindert die Aufspaltung und räumliche Trennung solcher Bereiche. Darüber hinaus kann die Nutzsignalanalyse bei leisen Passagen kleinere Signalamplituden erfassen. Das Zeitverhalten kann besser an die Charakteristik der aktuellen Störsituation, z. B. Frequenz der Fading-Einbrüche angepasst werden. Bei Störungen im Einkanal-Nutzsignal, z. B. Rauschen, kann individuell reagiert werden, z. B. Reduzierung der Signalpegel und/oder der Kanaltrennung im Bereich hoher Frequenzen, damit die Rauschkomponenten nicht in dem gerade für die Höhenwiedergabe genutzten Kanal besonders stark hörbar werden.

Auch bei guten Empfangssignalen wird optional vorübergehend oder permanent der künstliche Raumklang beibehalten. In diesen Zeiträumen wird zeitlich überlappend und/oder abwechselnd die Ermittlung der Ortsinformationen und Raumklang-Parameter sowie die Erzeugung des Raumklanges durchgeführt. Es entfallen hierbei die Wechsel von Mehrkanalbetrieb zu Raumklang und zurück, bzw. ihre Zahl wird reduziert. Es entsteht ein harmonischer Raum- und Klangeindruck.

Allen Varianten ist gemeinsam, dass die Verzerrungskomponenten eines gestörten Signals nicht mehr die Signalamplitude beeinflussen und damit den Störabstand reduzieren, sondern es leidet nur noch die Ortsinformation bei schlechter werdendem Signal. Ein vollständiges Mehrkanal-Audiosignal enthält zu jedem Zeitpunkt bzw. kleinsten Zeitintervall und für jede einzelne Frequenz eine Information über den Ort der Signalentstehung bzw. über eine räumliche Anordnung verschiedener Signalquellen bzgl. eines Aufnahmefunktionärs und damit bezüglich des Zuhörers. Das menschliche Ohr ist nicht in der Lage, diese Fülle an Informationen vollständig auszuwerten. Schnelle Wechsel von einem Kanal zu einem anderen kommen üblicherweise nicht vor und würden im übrigen in der vollen Geschwindigkeit

vom Ohr nicht erfasst. Wenn nun das Mehrkanal-Audiosignal, beispielsweise durch Rauschanteile bei schwächer werdendem Signal, an Information verliert, so bleibt dennoch für lange Zeit genug Restinformation übrig, um für das Ohr einen akzeptablen Raumeindruck bereitzustellen. Die Erfindung nutzt diese Restinformation um künstlich einen Raumklang wieder herzustellen.

Erfindungsgemäß wird auch während einer Störung immer noch Information aus dem gestörten Signal gewonnen, um den "künstlichen" Raumklang-Effekt gemäß der aktuell übertragenen Ortsinformation zu gestalten. Bei kritischen Empfangssituationen gelangt nur das Monosignal zu den Lautsprechern, welches einem künstlichen Raumklang unterworfen ist. Es erfolgt eine Erfassung der auch im gestörten Signal noch vorhandenen Ortsinformationen auch in den Zeiten, in denen das Signal so stark gestört ist, dass es sich nicht mehr zur Mehrkanalwiedergabe eignet, aber wiederum noch nicht so stark gestört ist, als dass auch die Ortsinformation in hohem Maße verzerrt worden wäre. Somit werden die Informationen zur Gestaltung des künstlichen Raumklang-Effekts aus dem weiterhin verfügbaren, wenn auch qualitativ schlechten Mehrkanal-Audiosignal gewonnen.

In Zeiträumen besonders schlechten Empfangs sind die nach diesem Verfahren ermittelbaren Reste der Rauminformation nicht ausreichend, um einen künstlichen Raumklang zu gestalten; in diesen Zeiten wird die Erfassung der Rauminformation vorübergehend unterbrochen und mit den zuletzt ermittelten Werten weitergearbeitet oder eine Umblendung auf Mono-Betrieb durchgeführt.

Zweckmäßigerweise erfolgt bei ausreichender Empfangsqualität eine Mittelung der Messungen über längere Zeiten oder über Frequenzbereiche, um die Rauschanteile im gestörten Signal zu eliminieren. Diesen Zusammenhang zeigt graphisch die Fig. 1 bis 4.

In den Fig. 1 bis 4 ist jeweils auf der horizontalen Achse 10 eine Empfangsqualität einer Mehrkanal-Audiosendung auf eins normiert aufgetragen. Bei "1" ist die Empfangsqualität optimal, wogegen in Richtung auf den Ursprung des Koordinatensystems zu die Empfangsqualität immer stärker nachlässt, bis bei "0" kein Empfang mehr zu verzeichnen ist. Auf der jeweiligen vertikalen Achse 12 ist eine Kanaltrennung (Fig. 1), eine Zeitauflösung (Fig. 2), eine Frequenzauflösung (Fig. 3) und eine Qualität der Reproduktion der aktuellen Ortsinformationen bzw. des Raumklanges jeweils auf eins normiert aufgetragen. Die gestrichelte Linie 14 zeigt die jeweilige Charakteristik eines herkömmlichen Dekoders mit Überblendung von Stereo zu Mono, wenn Signalstörungen auftreten (Mono-Stereo-Blend). Die gekreuzte, durchgezogene Linie 16 zeigt die jeweilige Charakteristik bei Verwendung der Ortsinformation vor dem Auftreten einer Störung und keiner weiteren Auswertung der Ortsinformation im Nutzsignal während der Störung. Die durchgezogene Linie 18 zeigt die jeweilige Charakteristik bei Extrahierung der Ortsinformation auch aus dem gestörten Signal, gemäß der Erfindung.

Die Ortsinformation bzw. die Ortsinformation kann in drei Parametern verzerrt sein, nämlich in der Kanaltrennung, der Zeitauflösung und der Frequenzauflösung. Die Kanaltrennung (Fig. 1) entspricht der räumlichen Trennung der Signalquellen. Die Zeitauflösung (Fig. 2) zeigt sich beispielsweise in der maximalen Geschwindigkeit, mit der eine Signalquelle ihren Ort ändert. Die Frequenzauflösung (Fig. 3) gibt an, in welchem Maß frequenzmäßig ähnliche Signalquellen an unterschiedlichen Orten lokalisiert werden können. Die Qualität der Reproduktion von Ortsinformationen (Fig. 4) ist vereinfacht ausgedrückt das Produkt der drei Parameter. In dieser Darstellung bleibt zunächst unberücksichtigt, dass das menschliche Gehör die Parameter sehr unter-

schiedlich wertet, und dies wiederum mit der Frequenz, dem Pegel und anderen Parametern des Signals variiert.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen für verschiedene Dekodierverfahren prinzipielle Zusammenhänge für die drei Parameter (Fig. 1 bis 3) und die Gesamtqualität der Reproduktion (Fig. 4) in Abhängigkeit von der Qualität des empfangenen Signals, welche auf der horizontalen Achse 10 in der zuvor beschriebenen Weise aufgetragen ist. Diese Qualität kann als Störabstand aufgetragen werden; bei anderen Störarten, wie beispielsweise Schwund oder Mehrwegeempfang könnte eine andere Skalierung sinnvoll sein. Herkömmliche Stereodekoder sind verhältnismäßig einfach und damit preiswert aufgebaut. Das bisher bei Stereoempfängern verwendete Verfahren mit Mono-Stereo-Blend basiert einzig auf der Steuerung der Kanaltrennung, (Linie 14). Bei auftretenden Störungen wird recht früh auf Einkanalbetrieb umgeblendet; die noch vorhandenen Ortsinformationen werden nicht mehr wiedergegeben.

Bei Weiterverwendung vorheriger Ortsinformationen vor der Störung (Linie 16) ist bereits bei leicht gestörten Signalen die Zeitauflösung auf null reduziert (Fig. 2), so dass zwar ein Raumeindruck beibehalten wird, dieser aber bei länger andauernden Störungen stark von der Original-Information abweichen kann. Die Empfangsstörung wird mit Scheininformationen überbrückt mit der Annahme, dass diese Scheininformation dem tatsächlichen Signal anfänglich sehr nahe kommt. Demgegenüber zeigt sich bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens (Linie 18) auch noch bei starken Störungen ein guter räumlicher Klangeindruck (Fig. 4), der möglichst weitgehend das Originalsignal selbst abbildet.

Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt so weit wie möglich alle noch vorhandenen Informationen aus (Linie 18). Ein geeigneter Mix aus Zeit- und Frequenzmittelung orientiert sich am Auflösungsvermögen des menschlichen Gehörs und der Rechenleistung der Signalbearbeitungsbaugruppen. In der Regel wird die zeitliche Auflösung zunächst, wegen der Trägheit des Gehörs kaum hörbare Qualitätseinbußen bewirken. Die Zusammenfassung in Frequenzbänder bedingt jedoch bei einfachen Systemen erkennbare Verfälschungen der Ortsinformation (Pfeil 20, feine Auflösung bedarf großer Rechenleistungen). Bei nachlassendem Informationsgehalt muss man eine oder beide Auflösungen weiter reduzieren. Die Kanaltrennung wird erst zurückgenommen, wenn die im Signal verfügbare Restinformation nicht mehr für eine vertretbare Audioqualität ausreicht. Das Verfahren eignet sich besonders zur Dekodierung von schwachen, aber weitgehend stabilen Signalen, d. h. unterhalb des "Mono"-Pegels konventioneller Dekoder. Diesen Bereich des Zugewinns an Ortsinformation zeigt Pfeil 22.

Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Blockschaltbild eines FM-Stereo-Rundfunkempfängers als bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Empfänger. Eine Antenne 1010 empfängt Hochfrequenzsignale von Rundfunkstationen und leitet sie an eine Selektions- und Demodulationsbaugruppe 1020 weiter. In dieser Baugruppe 1020 wird das Signal einer Funkstation erfasst und der Modulationsinhalt extrahiert. Ein Ausgangssignal 1021 dieser Baugruppe 1020 ist das Summensignal beider Stereokanäle L+R (links plus rechts). Ein weiteres Ausgangssignal 1022 beinhaltet das Differenzsignal der beiden Kanäle L-R. Ein dritter Ausgang 1023 zeigt an, in welchem Maß der Signalempfang Störungen unterworfen ist, sei es durch eine zu geringe oder schnell schwankende Signalstärke, Mehrwegeempfang oder andere Ereignisse. Das Summensignal 1021 gelangt an eine Baugruppe 1100 zur Erzeugung eines künstlichen Raumklanges. Sowohl das Summensignal 1021, als auch das Differenzsignal 1022 werden einem Stereodekoder

1030 zugeführt, der daraus zwei Ausgangssignale **1031** mit dem rechten Kanal R und **1032** mit dem linken Kanal L erzeugt. Diese beiden Signale gelangen an eine Analysebaugruppe **1300** zur Ermittlung der Raumparameter. Die Baugruppe **1300** ist auch mit dem Signal **1023** verbunden. Die ermittelten Raumparameter für Signaldämpfung und Signalverzögerung werden über mehrere Leitungen **1301** und **1302** an die Raumklangbaugruppe **1100** weitergegeben. Dort dienen sie als Raumklang-Parameter zur wirklichkeitsnahen Nachbildung des Raumklangs.

Über zwei Signale **1101** und **1102** gelangen zwei künstlich aus dem Einkanal-Signal **1021** erzeugte Signale Rs (rechts synthetisch) und Ls (links synthetisch) an eine Überblendeinheit **1040**. Auch die Signale **1031** und **1032** werden zur Überblendeinheit **1040** geführt. Das Signal **1023** zur Information über Empfangsstörungen wird ebenfalls zur Überblendeinheit **1040** weiter geleitet. In Abhängigkeit dieses Signals **1023** wird bei schlechter werdendem Empfang von den Signalen **1031** und **1032** auf die synthetischen Signale **1101** und **1102** umgeblendet. Zwei Signale **1041** und **1042** führen die Ausgänge der Überblendeinheit **1040** über zwei Verstärker **1051** und **1052** zu zwei Lautsprechern **1061** und **1062**. Die Baugruppen **1030**, **1100**, **1300**, **1040** und **1050** sind beispielhaft in einem digitalen Signalprozessor (DSP) **1500** zusammengefasst werden, wobei die beschriebenen Funktionen insbesondere als Software ausgebildet sind.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Raumklangbaugruppe **1100**. Das Mono-Signal (L+R) **1021** wird in einer Filterbaugruppe **1110** in fünf spektrale Teilsignale **1111** bis **1115** zerlegt, wobei die höchsten Frequenzanteile über Signal **1111** abgegeben werden, die niederfrequentesten über Signal **1115**. Das Signal **1111** gelangt an eine erste Abschwächerbaugruppe **1121**, durchläuft danach eine erste Verzögerungsstufe **1131** und gelangt auf einen ersten Summierpunkt bzw. Addierer **1141**. Ein zweiter Pfad führt das Signal **1111** über eine zweite Abschwächerbaugruppe **1122** und eine zweite Verzögerungsstufe **1132** zu einem zweiten Summierpunkt bzw. Addierer **1142**. Auch die Signale **1112**, **1113** und **1114** werden jeweils über zwei Pfade durch die Abschwächer **1123** bis **1128** und Verzögerungsstufen **1133** bis **1138** zu den Summierpunkten bzw. Addierer **1141** und **1142** geführt. Ausgangsleitungen **1143** und **1144** der beiden Summierpunkte **1141**, **1142** bilden die Ausgänge des Blocks **1100** und führen somit zu den Signalen **1101** und **1102**. Die Signaldämpfung in den Abschwächern **1121** bis **1128** und die Durchlaufzeit der Verzögerungsstufen **1131** bis **1138** werden über Signalbusse **1129** und **1139** gesteuert, die aus jeweils acht Leitungen bestehen, je eine Leitung pro anzusteuender Baugruppe. Da der Mensch nicht in der Lage ist, den Ursprungsort von tiefen bzw. niederfrequenten Tönen zu erkennen, ist in diesem Frequenzbereich eine Signalaufteilung nicht erforderlich. Das Signal **1115** wird daher direkt an die beiden Summierpunkte bzw. Addierer **1141** und **1142** geleitet.

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Analysebaugruppe **1300**. Die aus dem Stereodekoder **1030** kommenden Signale **1031** und **1032** für den rechten und den linken Audiokanal werden in zwei Filterbaugruppen **1310** und **1320** in vier spektrale Teilsignale **1311** bis **1314** und **1321** bis **1324** zerlegt, wobei die niedrigsten, vom menschlichen Gehör nicht lokalisierbaren Frequenzen nicht berücksichtigt werden. Die Amplitude der Signalleitung **1311** mit den höchsten Frequenzanteilen des rechten Kanals wird mit einem Pegeldetektor **1331** ermittelt. Ein resultierendes Signal **1351** gelangt an einen Pegelvergleicher **1371**. Hier wird es mit dem entsprechenden Pegel des linken Kanals verglichen, das über Signal **1321** und einen Detektor **1341** und Leitung **1361**

ebenfalls an die Stufe **1371** gelangt ist. Eine Signalumformungsstufe **1381** erzeugt aus dem Resultat des Vergleichs vier Steuersignale **1401** bis **1404** zur Ansteuerung der Abschwächer **1123** bis **1128** und Verzögerungsstufen **1133** bis **1138** in der Raumklangbaugruppe **1100**. Entsprechende Signale und Bearbeitungsstufen sind für die Signale der anderen drei Spektralanteile vorhanden.

Zur Analyse der in unterschiedlichen Kanälen übertragenen Signale werden alternativ keine Filter **1310/1320** für einzelne Frequenzbereiche verwendet, sondern man ermittelt je Kanal eine Funktion des Pegels über der Frequenz, daraus eine Auflistung eines Parametersatzes mit Kennfrequenzen und dazugehörigen Pegelwerten. Die Frequenzen dazwischen kann man beispielsweise durch Interpolation erhalten. Für jeden künstlich zu erzeugenden Kanal wird an Stelle der Baugruppe **1100** beispielsweise ein analoges mehrstufiges Filter, beispielsweise aus Operationsverstärkern, derart gesteuert, dass es das zugeleitete Monosignal entsprechend dieser Funktionen/Parameter umformt.

Bei der Filterung und Bestimmung der Parameter für Signaldämpfung und Signalverzögerung wird beispielsweise das Frequenzspektrum in verschiedene Teile aufgeteilt, welche gemäß der in **Fig. 8** dargestellten, verschiedenen Gewichtungsfunktionen gewichtet werden. Wie sich unmittelbar aus **Fig. 8** ergibt, überschneiden sich einige Bereiche. Ferner werden in manchen Bereichen Frequenzen in den Randbereichen weniger stark gewichtet als Frequenzen in der Mitte solcher Bereiche.

Alternativ werden die Pegel in den Frequenzteilsegmenten über einen längeren Zeitraum gemessen und diese Verläufe beispielsweise in einem Ringpuffer gespeichert und einer Korrelationsstufe zugeführt. Diese Stufe ermittelt durch verschiedene, zeitliche Verschiebungen und anschließenden Vergleich der Kanäle, für welche Zeitverschiebung eine ausgeprägte Übereinstimmung nachweisbar ist. Diese Zeitdifferenz wird als Information über den Ursprungsort des Signals verwendet. Der zuvor beschriebene einfache Pegelvergleich kann dabei weiterhin erfolgen, wobei eine nachfolgende Stufe entscheidet, welche der beiden Lokalisierungsstrategien in diesem Fall eine bessere Information (glaubwürdiger, ausgeprägter, konstanter oder anderes Kriterium) ergibt und weiterverarbeitet wird. In einer bevorzugten Weiterbildung zur Mittelung und Gewichtung der gewonnenen Ortsinformation ist in der in Baugruppe **1371** und entsprechenden Baugruppen ein Tiefpass vorgesehen.

Die in den Stufen **1310** und **1320** erzeugten Frequenzbereiche (z. B. Signal **1311**) werden alternativ in viel feinere Frequenzteilspektren aufgespalten. Alle Teilspektren mit geringen Signalpegeln werden verworfen, die restlichen Teile wieder zu Signalen addiert, die denen nach der ersten Frequenzaufteilung (also z. B. **1311**) entsprechen.

Wenn eine Lücke im Orts-Signal auftritt, also für diesen Spektralteil in allen Kanälen vorübergehend kein ausreichender Pegel vorliegt, wird die im DSP digital berechnete Tiefpassfunktion für diese Messung angehalten. Bei einer Realisierung in digitaler Hardware werden beispielsweise die verschiedenen Messungen in ein Schieberegister geschrieben. Jede neue Messung erzeugt ein Taktsignal und schiebt bei der Übertragung die älteste aus dem Register. Eine gewichtete Addition aller Registerkomponenten ergibt den Raumklang-Parameter. Für die Dauer einer Lücke im Orts-Signal wird der Takt zum Schieberegister unterbrochen. Alternativ werden zunächst alle Frequenzbereiche mit ausreichenden Informationen berechnet und danach die Lücken in anderen Frequenzbereichen linear aus den Nachbarbereichen interpoliert.

Die Pegel in den Frequenzteilsegmenten werden in einer alternativen Ausführungsform über einen längeren Zeitraum

gemessen und diese Verläufe in einem Ringpuffer gespeichert. Zu Beginn einer Störung wird aus dieser Aufzeichnung des Pegelverlaufs ein Signalanstieg bzw. -abfall berechnet, der für die Dauer der Störung weiter in die Raumklang-Parameter eingearbeitet wird.

In einer Weiterführung der Erfindung werden die höchsten Spitzen im Frequenzspektrum ermittelt. Diese werden als Mittenfrequenzen der Filter **1110** zur Spektralaufteilung verwendet.

Das Signal **1023** am Eingang der Baugruppe **1040** wird alternativ nur in der Schaltrichtung von Stereo zum Raumklang sofort durchgeschaltet. Bei der Rückblendung vom Raumklang zum Stereo hingegen über einen Tiefpass geführt, so dass hierbei eine Verzögerung entsteht und somit für begrenzte Dauer auch zu Zeiten guten Empfangs noch der künstliche Raumklang aktiviert bleibt.

Am das Signal **1021** führenden Eingang der Raumklangbaugruppe **1100** kann ein Verzögerungselement hinzugefügt werden, z. B. in Form eines digitalen FIFO-Speichers. Hierdurch wird zwar die gerade an der Antenne **1010** eintreffende Signalsequenz in der Analysebaugruppe **1300** bearbeitet; die Ergebnisse der Analyse wirken aber auf ein Signalsegment, das bereits früher empfangen wurde, entsprechend dem Versatz durch die Zeitverzögerung. Eine erst im Verlauf der Analyse klar herausgearbeitete Ortsinformation kann so auf die gesamte Signalsequenz von Beginn an wirken. Um den Zeitversatz beim Umlenden vom künstlichen Raumklang auf die Wiedergabe der Originalsignale zu kompensieren, sind auch die beiden Eingänge der Umlendeinheit **1040**, die die Signale **1031** und **1031** führen, mit Verzögerungsstufen gleichen Zeitverhaltens auszustatten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Dekodieren von Mehrkanal-Audiosendungen, insbesondere von Zweikanal-Stereo-Audiosendungen, mit einem jeweiligen Nutzsignal pro Kanal, wobei für jedes von den Nutzsignalen übertragene Frequenzspektrum einer Signalquelle durch unterschiedliches, zeitliches auftreten und unterschiedliche Pegel in den unterschiedlichen Kanälen ein räumlicher Eindruck bzw. eine Ortsinformation für die entsprechende Signalquelle erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Empfangs der Mehrkanal-Audiosendung wenigstens in Zeitabschnitten, in denen der Empfang derart gestört ist, dass eine direkte Mehrkanalwiedergabe nicht mehr möglich ist, die Ortsinformation aus den Nutzsignalen extrahiert wird und mit dieser aktuellen Ortsinformation aus einem die Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Monosignal ein künstlicher Raumklang durch Verteilen verschiedener Frequenzbänder auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle mit jeweils unterschiedlicher, zeitlicher Verzögerung und/oder unterschiedlicher Dämpfung der Pegel in den verschiedenen Kanälen erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass spektrale Verteilungen der Nutzsignale der verschiedenen Kanäle und/oder Laufzeitunterschiede bzw. Zeitdifferenzen von jeweils zwei oder mehr verschiedenen Spektralanteilen im jeweiligen Nutzsignal verschiedener Kanäle miteinander verglichen werden, aus dem Vergleich für jeden Kanal für wenigstens zwei oder mehr verschiedene Spektralanteile Parameter für eine Signaldämpfung und/oder eine Signalverzögerung derart bestimmt und die entsprechenden Spektralanteile aus einem alle Nutzsignale der Kanäle enthaltenden Einkanalssignal gemäß den bestimmten Parameter ver-

zögert und/oder gedämpft auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle derart verteilt werden, dass für einen Zuhörer für die entsprechenden Spektralanteile ein räumlicher Klangeindruck erzeugt wird, welcher im Wesentlichen einem räumlichen Klangeindruck der direkt wiedergegebenen Audiosignale der Kanäle entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter zur Dämpfung und/oder Verzögerung als stetige Funktion des Pegels und/oder Laufzeitunterschiedes in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spektralbereich in mehrere vorbestimmte Spektralanteile aufgeteilt wird, wobei verschiedene Frequenzen oder Frequenzbereiche eines Spektralanteiles bei der Bestimmung der Parameter unterschiedlich gewichtet berücksichtigt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufteilung der Spektralanteile in Abhängigkeit von der Analyse der Nutzsignale dynamisch verändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die vorbestimmten Spektralanteile in der Frequenz teilweise überlappen und die Frequenzen eines Spektralanteiles im Überlappungsbereich zu einem benachbarten Spektralanteil geringer gewichtet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einmal bestimmte Parameter über die Zeit mittels einer Gewichtungsfunktion ergänzt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Gewichtungsfunktion eine Mittelung über vorbestimmte Zeiträume oder eine Zusammenfassung eines vorbestimmten Zeitraumes unter stärkerer Berücksichtigung jüngerer bestimmter Parameter erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Parameter nur solche Spektralanteile berücksichtigt werden, die einen vorbestimmten Pegel-Schwellwert oder eine frequenzabhängige Schwellwertfunktion überschreiten.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für solche Spektralanteile, in denen eine Bestimmung der Parameter nicht möglich ist, diese aus benachbarten Spektralanteilen interpoliert, zuvor bestimmte Parameter ggf. gewichtet weiter verwendet, vorbestimmte Parameter oder Parameterfunktionen verwendet und/oder Zufallsparameter verwendet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch Verzögerung der Signalwiedergabe ein Zeitversatz zwischen dem analysierten Zeitsegment des Mehrkanal-Nutzsignals und dem mit diesen Daten manipulierten Segment des Monosignals erzielt wird.

12. Empfänger (**100**) für Mehrkanal-Audiosendungen mit einem Mehrkanaldekoder, welcher mehrere Nutzsignale verschiedener Kanäle getrennt abgibt, gekennzeichnet durch

eine Analysebaugruppe (**1300**), welche spektrale Verteilungen der Nutzsignale der verschiedenen Kanäle und/oder Laufzeitunterschiede bzw. Laufzeitdifferenzen von jeweils zwei oder mehr verschiedenen Spektralanteilen im jeweiligen Nutzsignal der verschiedenen Kanäle miteinander vergleicht, aus dem Vergleich

für jeden Kanal für wenigstens zwei oder mehr verschiedene Spektralanteile Parameter für eine Signaldämpfung und/oder eine Signalverzögerung derart bestimmt, und
 eine Raumklangbaugruppe (**1100**), welche die entsprechenden Spektralanteile aus einem die Nutzsignale aller Kanäle enthaltenden Einkanalsignal gemäß den bestimmten Parameter verzögert und/oder gedämpft auf der Kanalzahl der Mehrkanal-Audiosendung entsprechende Kanäle derart verteilt,
 dass ein Zuhörer für die entsprechenden Spektralanteile einen räumlichen Klangeindruck erhält, welcher im Wesentlichen einem räumliche Klangeindruck der direkt wiedergegebenen Audiosignale der Kanäle entspricht.
 13. Empfänger (**100**) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass er für jeden Kanal (**1031**, **1032**) eine Filterbaugruppe (**1310**, **1320**) aufweist, welche das jeweilige Nutzsignal in mehrere, insbesondere vier, Spektralanteile (**1311** bis **1314**, **1321** bis **1324**) zerlegt.
 14. Empfänger (**100**) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Analysebaugruppe (**1300**) für jeden Spektralanteil einen Pegeldetektor (**1331**, **1341**) aufweist.
 15. Empfänger (**100**) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Analysebaugruppe (**1300**) eine der Anzahl der Spektralanteile entsprechende Anzahl von Pegelvergleichern (**1371**) aufweist, wobei ein Pegelvergleicher die Pegel eines zugeordneten Spektralanteils in mindestens zwei Kanälen vergleicht.
 16. Empfänger (**100**) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Pegelvergleicher (**1371**) eine Signalamformerstufe (**1381**) nachgeschaltet ist, welche aus dem Resultat des Vergleichs im Pegelvergleicher für jeden Kanal den Parameter für Signaldämpfung und/oder den Parameter für die Signalverzögerung bestimmt.
 17. Empfänger (**100**) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Raumklangbaugruppe (**1100**) eine Filterbaugruppe (**1110**) aufweist, welche ein die Nutzsignale aller Kanäle enthaltendes Mono-Signal (**1021**) in mehrere, insbesondere fünf, Spektralanteile (**1111** bis **1115**) zerlegt, wobei für mindestens einen Spektralanteil eine der Anzahl der Kanäle entsprechende Anzahl von Abschwächerbaugruppen (**1121** bis **1128**) und/oder Verzögerungsstufen (**1131** bis **1138**) vorgesehen ist, wobei Abschwächerbaugruppen (**1121** bis **1128**) und Verzögerungsstufen (**1131** bis **1138**) ein gemäß den für diesen Kanal und diesen Spektralanteil bestimmten Parametern für Signalverzögerung und/oder Signaldämpfung verzögertes und/oder gedämpftes Ausgangssignal erzeugt, wobei ein für jeden Kanal nachgeschalteter Addierer (**1141**, **1142**) alle Ausgangssignale verschiedener Spektralanteile eines Kanals zusammen addiert.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65

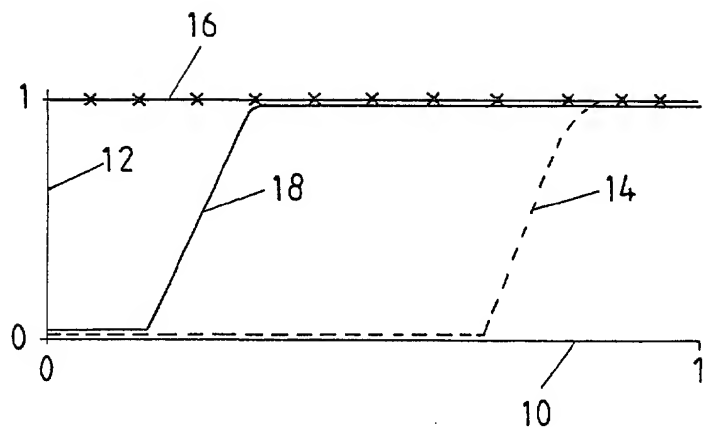


Fig. 1

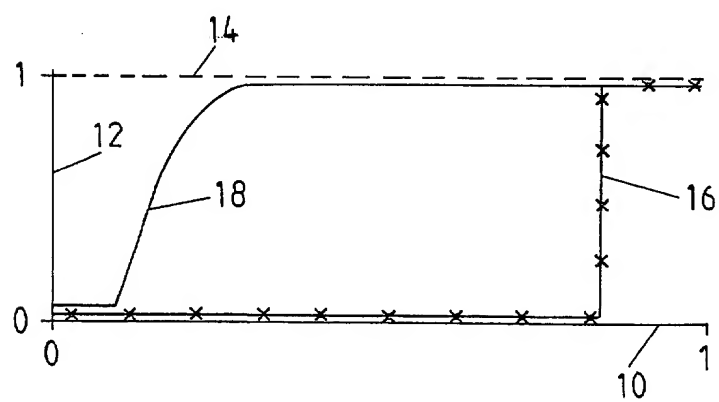


Fig. 2

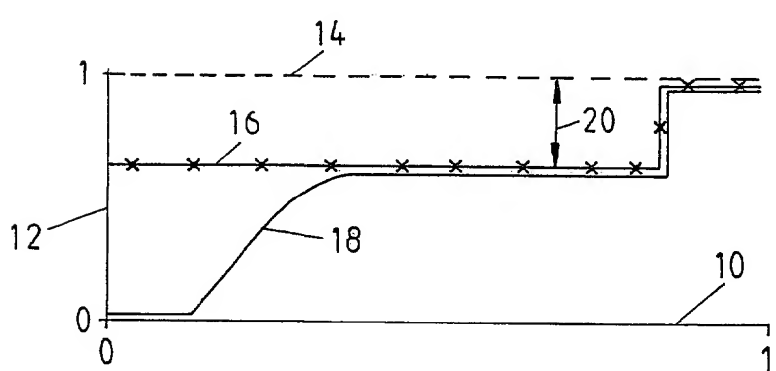


Fig. 3

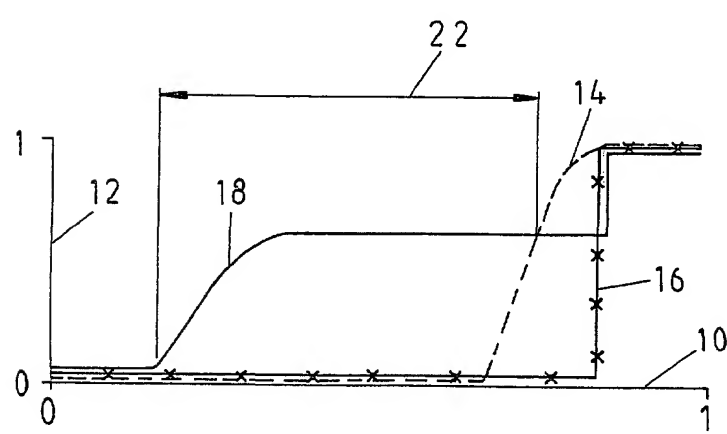


Fig. 4

Fig. 5

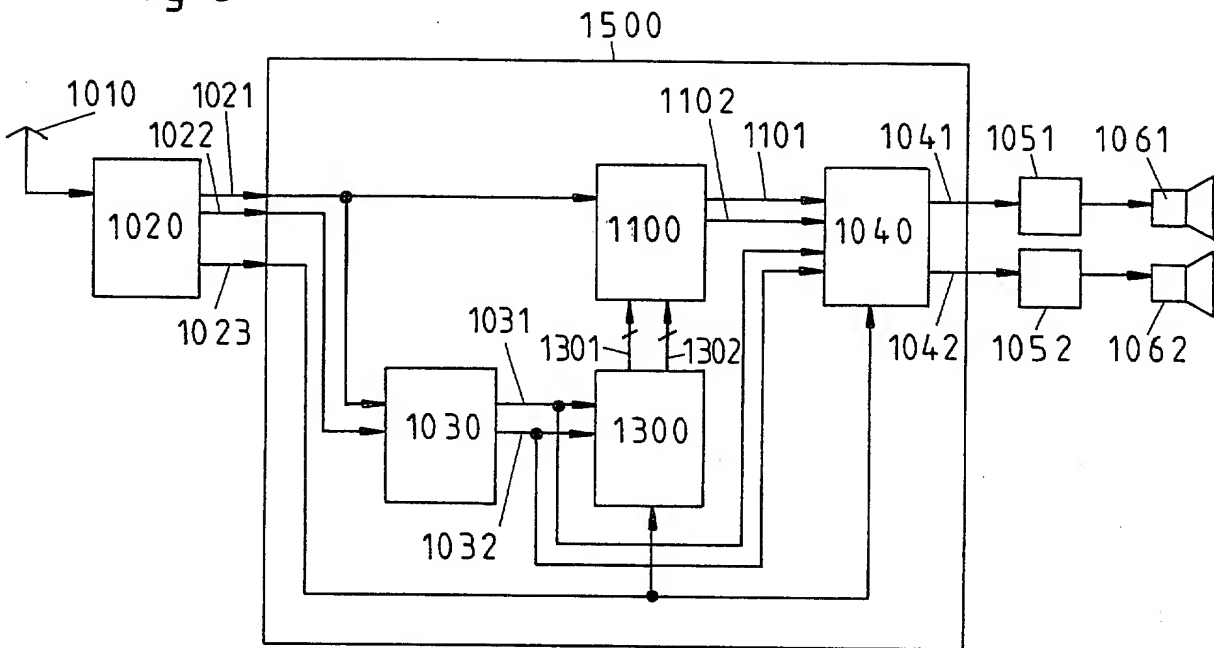


Fig. 6

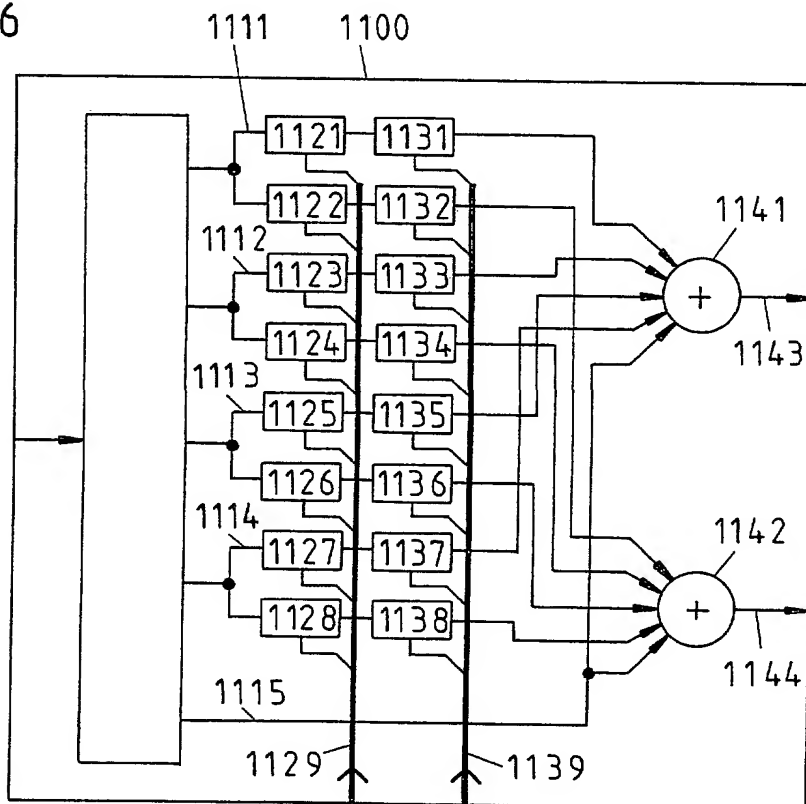


Fig.7

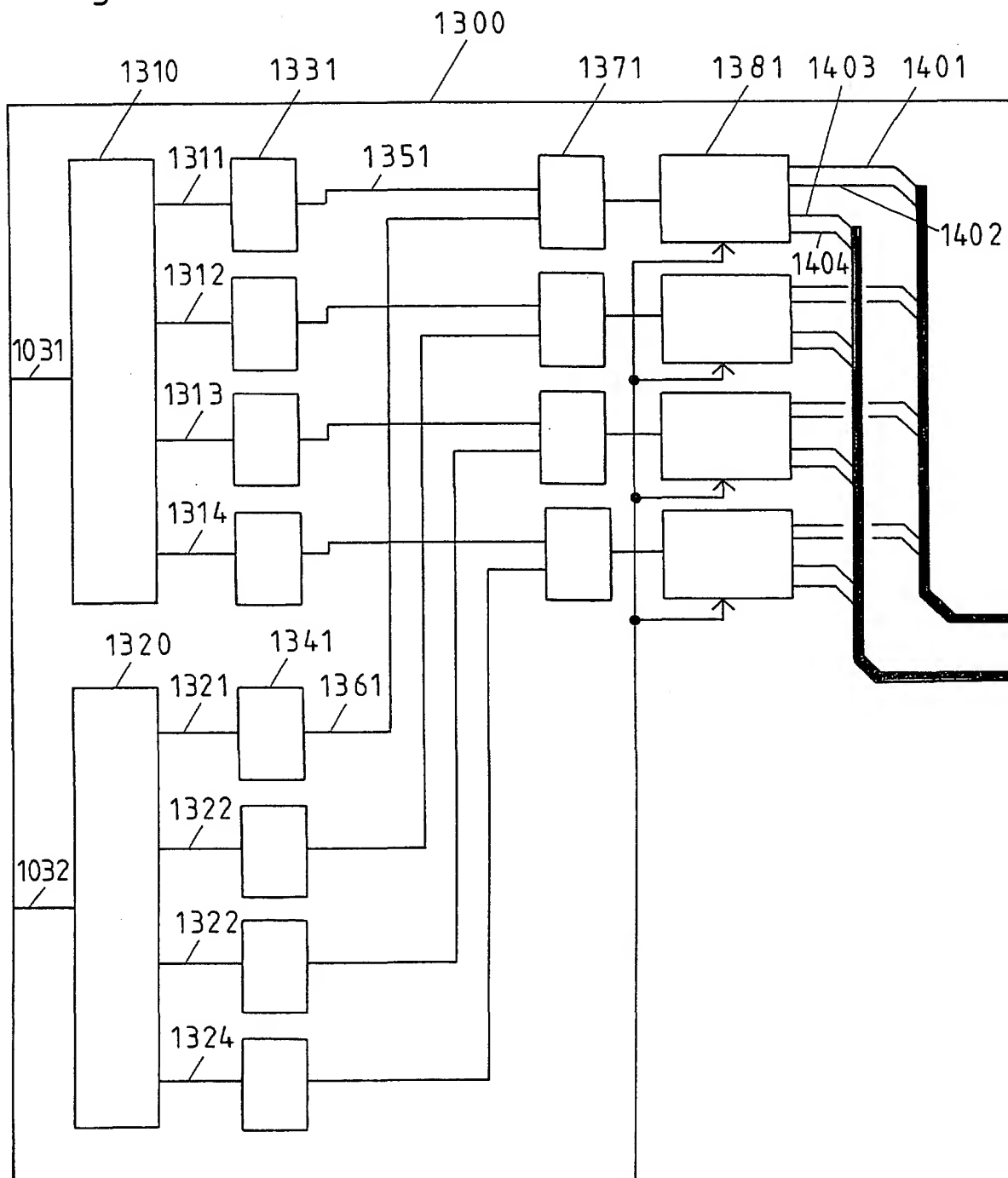


Fig. 8

